

Das
Verhältniss des Nervus vagus
zur
Herzaction
nach eigenen Untersuchungen.

Eine
mit Bewilligung der Hochverordneten Medicinischen Facultät
der Kaiserlichen Universität zu Dorpat
zur Erlangung
des
Doctorgrades

verfasste und zur öffentlichen Vertheidigung bestimmte

Abhandlung
von
Rudolph Grot,
Curländer.



Mit einer lithographirten Tafel.

Dorpat, 1861.

Druck von Schönmanns Wittve u. C. Mattiesen.

I m p r i m a t u r

haec dissertatio ea lege, ut simul typis fuerit excusa numerus exemplorum praescriptus tradatur collegio ad libros explorandos constituto.

Buxpeti Litvonorum d. 19. m. Octobris a. MDCCCLXI.

N^o 260.

(L. S.)

Dr. Rud. Buchheim,
med. ord. h. t. Decanus.

D924181

Seinen theuren Eltern

in

kindlicher Liebe und Dankbarkeit

der Sohn.

Jedem Ungeübten auf dem schwierigen Gebiete physiologischer Forschungen muss es sehr erwünscht sein, bei Uebernahme derartiger Arbeiten des Rathes und der Hülfe darin schon erfahrener Männer versichert sein zu können. In dieser angenehmen Lage habe auch ich mich befunden und so benutze ich denn, indem ich die folgenden Blätter dem medicinischen Publicum zur nachsichtigen Beurtheilung vorlege, freudig die mir dargebotene Gelegenheit, Herrn Professor Dr. C. Kupffer für seine mir stets bewiesene freundschaftliche und thätige Unterstützung bei Durchführung vorliegender Untersuchungen meinen aufrichtigen und herzlichen Dank zu sagen.

Erstes Capitel.

Eduard Weber machte zuerst die Beobachtung, dass Reizung der Nervi vagi die Pulsationen des Herzens verlangsamt, ja sogar letzteres zum Stillstande bringe, während Durchschneidung dieser Nerven eine Vermehrung der Herzcontractionen nach sich ziehe. Diese grosse Verschiedenheit der Wirkungsweise des Herzastes des Nervus vagus und der eines jeden anderen Muskelnerven, führte *Weber* zur Annahme besonderer bewegunghemmender Nerven. Während demnach jeder motorische Nerv bei seiner Erregung stets mit Contractionen des von ihm versorgten Muskels antwortet, bringt der Nervus vagus bei seiner Thätigkeit eine Verringerung, ja ein völliges Aufhören der rhythmischen Zusammenziehungen des Herzens zu Wege und übt somit auf die Ergiebigkeit der Zahl der Herzcontractionen einen hemmenden Einfluss aus.

Die meisten Physiologen bestätigten die durch *Weber* bekannt gewordene Erscheinung und die Theorie der Hemmungsnerven wurde allgemein angenommen.

In neuester Zeit sind jedoch von *Moritz Schiff* *) gegen die Hypothese von den Hemmungsnerven Einwendungen

*) Siehe *Schiff*: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1858 — 59. p. 187.

gen erhoben, indem er die am Herzen beobachteten Erscheinungen einer anderen Deutung unterwirft.

In Folge dessen hat nun *Eduard Pflüger**) als Vertreter der Weberschen Lehre eine Abhandlung veröffentlicht, in welcher er die Angaben *Schiffs* zu widerlegen sucht.

Ich will nun im Nachstehenden versuchen, eine Uebersicht der Hauptmomente in der Schiff- Pflügerschen Streitfrage zu geben und werde dann unsere über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen mittheilen.

Schiff meint, dass zur Erklärung der am Herzen bei Erregung der Nervi vagi wahrnehmbaren Erscheinung, die Annahme besonderer Hemmungsnerven, die von den übrigen Bewegungsnerven durchaus verschieden wären, indem diese bei ihrer Erregung den betreffenden Muskel verkürzen, jene aber, unter denselben Verhältnissen ihn verlängern, durchaus nicht stichhaltig wäre. *Schiff* verwirft die ihm verdächtige Annahme von Hemmungsnerven und sieht in den angeblichen Beweisen für ihre Existenz nur das Resultat der Ueberreizung sehr erschöpfbarer Bewegungsnerven. Nach ihm befinden sich nämlich im normalen Leben nicht alle motorischen Nerven in dem Zustande gleicher Erschöpfbarkeit, werden nicht alle Nerven durch Reize in gleich rasche Ermüdung versetzt, sondern es wären verschiedene Grade der Erschöpfbarkeit vorhanden. So befänden sich in physiologischer Beziehung die Nerven einiger Organe auf Stufen der Erschöpfbarkeit, die in den Ner-

*) Siehe *Reichert et Du Bois-Reymonds* Archiv. 1859. p. 13. „Experimentalbeitrag zur Theorie der Hemmungsnerven.“

ven der Extremitäten erst durch längere Ermüdung erzeugt wird. „Grade die Organe, deren Thätigkeit von der Geburt bis zum Tode am regelmässigsten wiederkehrt, also, wie man sagt, am anhaltendsten ist, haben erschöpfbare Nerven, durch welche die hier so unentbehrliche, für das Leben so nöthige Abwechselung in der Thätigkeit, selbst gegen alle willkürlichen und zufälligen Reize gesichert wird“ sagt *Schiff*. Die Nerven des Larynxa sind unter allen von ihm geprüften „willkürlichen“ Bewegungsnerven am leichtesten zu erschöpfen, die Nerven des Herzens befinden sich auf der höchsten Stufe der Erschöpfbarkeit, also auf der vorletzten der Erschöpfung. „Eine dauernde Contraction des Herzens, welche alle Lebensthätigkeiten aufs Höchste stören und schnell aufheben müsste, kann daher im lebenden Thiere gar nicht zu Stande kommen, und andererseits wird durch die regelmässigen Ruhepausen, zu denen das Herz in Folge dieser Einrichtungen genöthigt wird, jeder Verlust an Kraft wieder restituirt und dadurch eine beständige Wiederholung stets neuer Thätigkeit möglich, wie sie kein anderer Muskel zeigt.“

Schiff findet nun bei seinen Versuchen, dass, wenn er die sogenannten Hemmungsnerven mit äusserst abgeschwächten Strömen reizt, gegen die andere Nerven wenig mehr empfänglich sind, oder nur schwach reagieren, die Bewegungen des Herzens nicht mehr verlangsamt werden, sondern gerade an Frequenz zunehmen. Hiernach scheinen *Schiff* die Nervi vagi Bewegungsnerven, so wie die anderen motorischen Nerven zu sein, von denen sie aber hinsichtlich der quantitativen Verhältnisse der reizenden Einwirkungen abweichen. — In der regelmässig oder

unregelmässig rhythmischen Form der Bewegung der Organe, zu denen sogen. Hemmungsnerven gehören, sieht *Schiff* eine grosse Analogie mit denjenigen Bewegungen, die sich in anderen Muskeln bei anhaltender Erregung nur dann einstellen, wenn schon ein vorgeschrittener Erschöpfungszustand eingetreten ist. *Schiff* thut durchs Experiment dar, dass jeder Bewegungsnerv auf einer höheren Stufe der Erschöpfung die Eigenthümlichkeiten der sogen. Hemmungsnerven annehmen könne und müsse.

Der zum genannten Versuche verwandte Nerv ist der Nervus ischiadicus mit dem Musculus gastrocnemius des Frosches. Will man nun nach *Schiff* die erwähnten Erscheinungen beobachten, so muss man diesen Nerven unter ähnliche Verhältnisse bringen, als wie er sie beim Herzaste des Nervus vagus als normal voraussetzt. Es muss also der Schenkelnerv in den Zustand der höchsten Erschöpfbarkeit versetzt werden. Diese Erschöpfbarkeit erzielt *Schiff* dadurch, dass er auf den Plexus ischiadicus vermöge eines kräftigen Electromotors so lange discontinuirliche Ströme einwirken lässt, bis jedes Zittern der Muskeln des Unterschenkels und der Zehen, trotz dem dass die kräftigen Ströme immer noch andauern, verschwunden ist und die Gelenke sich passiv in jeden Grad der Beugung bringen lassen. Werden jetzt die Ströme unterbrochen, auch nur auf einen Moment, so erhält man sogleich beim Wiedereintritt der Ströme, eine einmalige schwache Muskelzuckung, auf die dann wieder, so lange die Tetanisirung dauert, völlige Ruhe folgt.

In der Meinung nun, dass auf die Nerven des Herzens in der Peripherie, auf die Endäste des Nervus vagus, ein vor-

handener Reiz periodisch einwirke, dessen Wirksamkeit beim Tetanisiren der Nervi vagi temporär aufgehoben werde, um dann, sodald man mit dem Tetanisiren aufhört, fast unmittelbar oder sehr bald wieder hervorzutreten, lässt *Schiff* auch einen unterbrochenen Bewegungsreiz auf das Ende des Nervus ischiad. in der Nähe des Kniegelenks einwirken. Diesen Bewegungsreiz stellt er folgendermassen her: Von den Polen eines einfachen, schwachen galvanischen Elementes wird der eine mit einem Pendel, das eine Schwingung in der Sekunde macht, metallisch verbunden. In der Nähe des Pendels wird ein Nagel in den Tisch geschlagen, der Art, dass das Pendel bei jeder Schwingung in der Sekunde den Nagel berührt. Vom Nagel geht ein Draht in ein Quecksilbergefass. Der 2te Poldraht des galv. Elementes taucht in ein anderes Quecksilbergefass, und von diesen beiden Quecksilbernäpfen gehen nun Drähte aus, die an die schon bezeichnete Stelle des Nervus ischiadicus befestigt werden.

„Wird nun der Hammer des Electromotors, der den plexus ischiad. im Becken galvanisirt, angehalten, so zuckt der m. gastroc. oder die Finger regelmässig einmal mit jeder Secunde, wenn das Pendel an den Nagel stösst, es entstehen dann rhythmische Zuckungen, wie Pulsationen des m. gastroc. Lässt man den Hammer des Electromotors am pl. ischiad. wieder spielen, so erfolgt eine verschwindend kurze Zuckung des Schenkels und gleich darauf ist alles ruhig, die Pulsationen des mus. gastroc. sind gehemmt, trotz des regelmässig wiederkehrenden Reizes, solange die abwechselnden Inductionsströme durch den oberen Theil des Schenkelnerven oder seines plexus gehen. Hält man jetzt

den Hammer an, so wird der untere Reiz wieder wirksam, die Pulsationen der Fussmuskeln beginnen von Neuem und setzen sich regelmässig fort, bis der freigelassene obere Strom von Neuem den oberen Theil des Nerven reizt.“ Mittelst einer durch den m. gastroc. gesteckten Insektennadel, die bei jeder Zuckung des Muskels emporhüpft und deren Excursionen man auf ein berusstes Glas kann zeichnen lassen, gewinnt nach *Schiff* die Sache bedeutend an Deutlichkeit.

Bei diesem Ischiad.-Versuche nimmt *Schiff* folgende weitere Verhältnisse wahr:

1) „Lässt man den Strom des Electromotors übermässig lange einwirken, so beginnen die Pulsationen des Gastrocnemius wieder von selbst, erst ganz schwach und dann bald an Stärke zunehmend. Der Strom hat seine Einwirkung auf den peripherischen Nerventheil dadurch verloren, das er die intrapolare Nervenstrecke desorganisirt hat, die ihn dann wie ein todter Leiter schliesst. So wie man aber in diesem Augenblicke mit dem unteren Pole etwas am Nervenstammn herabrückt, beginnt die hemmende Wirkung von Neuem.“

Beim Herzen hat *Weber* während längerer Galvanisirung der Nervi vagi ganz dasselbe beobachtet. Er leitete jedoch die trotz des Tetanisirens der nervi vagi wieder beginnenden Herzcontractionen von einer Erschöpfung der hemmenden Nerven her, während *Schiff* die wieder sich einstellenden Pulsationen des Herzens nur durch die Veränderung des zwischen den Polen liegenden Nervenstückes erklärt.

2) Hat der Nerv während des Versuches mehr und

mehr an Kraft verloren, war seine Empfänglichkeit nicht nur local durch den Reiz, sondern im Ganzen verringert, so war der vom Beginn des Versuchs sich gleichgebliebene kräftige Strom nicht mehr ausreichend, die Pulsationen des Muskels zu hemmen. Verstärkt man jedoch den oberen Strom, so tritt die Hemmung wieder deutlich hervor. Dieselbe Erscheinung lasse sich beim Herzen nach dem Tode bei Erregung der Hemmungsnerven desselben beobachten.

3) Hat man die Einwirkung der hemmenden Ströme nicht so lange fortgesetzt, dass während dessen die Energie des Thieres bedeutend gelitten, so sieht man nach Unterbrechung des Inductionsstromes, die ersten Pulsationen des M. gastroc. auffallend energischer und kräftiger auftreten als die Pulsationen vor der Hemmung waren und dass sie dann allmähig bis zum Normalen wieder abnehmen. Aehnliche Verhältnisse wären von *Ludwig* und *Bidder* am Herzen als Nachwirkung der Vagusreizung beobachtet.

4) Zur Hemmung wird stets erfordert, dass der am pl. ischiadicus angebrachte hemmende Strom bedeutend an Stärke den übertrifft, der die unterbrochene Bewegung an der Peripherie hervorruft. Ist die hemmende Wirkung des Inductionsstromes zu schwach, so setzt der M. gastr. seine Bewegungen sehr geschwächt aber doch sichtbar fort. Ist die Wirkung des Electromotors viel zu schwach, dann tritt keine Hemmung mehr ein, sondern während der ganzen Dauer des Stromes ist jede Pulsation deutlich verstärkt.

„Es zeigt sich ferner“, sagt *Schiff*, „dass wenn der Nerv an Kraft abnimmt, die verstärkenden sehr schwachen Reize, gerade wie die stärkeren hemmenden an Kraft zunehmen müssen. Es muss daher zur Erzielung desselben

Effectes ein stets stärkerer Strom genommen werden, so dass am Ende des Versuches ein Strom als verstärkend auftritt, der noch am Anfange mehr als genügend war, alle Bewegungen des Fusses vollständig zu hemmen.“

Aehnliches beobachtet *Schiff* am Herzen. Durch eine äusserst weit getriebene Schwächung des durch die N. vagi gesandten Inductionsstromes, sieht er Vermehrung und Kräftigung des Herzschlages. Diese Schwächung des inducirten Stromes muss um so beträchtlicher sein, je kräftiger das Thier.

5) Hat man in der früher beschriebenen Weise die Versuche einige Zeit hindurch fortgesetzt, und hält dann den Hammer des Electromotors plötzlich an, so hört man oft das Pendel ein- bis zweimal an den Nagel stossen, bevor die regelmässigen Zuckungen des Muskels beginnen. — „Längere Galvanisirung des pl. ischiad.“, schliesst *Schiff*, „hat also eine kurze gleichartige Nachwirkung, ehe die unter 3) angeführte entgegengesetzte Nachwirkung, als auffallend kräftigere und energischere Contractionen, als vor der Hemmung, auftritt. Auch hierin wäre eine Uebereinstimmung mit dem Herzen, welches oft noch ruht, wenn die Reizung des Vagus schon einige Zeit unterbrochen ist.“

Sich stützend daher auf die Beobachtung, dass Erregung der Nn. vagi mit äusserst schwachen Strömen Vermehrung der rhythmischen Herzcontractionen nach sich ziehe, und ferner, dass man unter gewissen Bedingungen auch an anderen motorischen Nerven den hemmenden Einfluss darthun könne, lässt *Schiff* die Annahme besonderer Hemmungsnerven nicht gelten und sieht, wie schon erwähnt, in den bei Reizung der Nn. vagi wahrnehmbaren Erscheinungen,

nichts anderes, als das Resultat der Ueberreizung sehr erschöpfbarer Bewegungsnerven.

Dieses wäre die von *Schiff* ausgesprochene Meinung über die Hemmungsnerven, welche ich seinem Handbuche der Physiologie entnommen.

Ich komme jetzt auf *Pflügers* Gegenschrift, in welcher er *Schiffs* Ansichten als falsch und irrig zurückzuweisen sucht. Ehe *Pflüger* zur Widerlegung der Lehre *Schiffs* schreitet, hebt er einige Momente hervor, die seiner Ansicht nach schon an und für sich ausreichen, die bisherige Theorie der Hemmungsnerven über jeden Zweifel zu erheben.

Das erste allgemeine Gesetz, das als Stützpunkt der Lehre von den Hemmungsnerven zu Grunde liegt, bestehe nun darin, dass jeder Nerv, so verschieden auch die Qualität der auf ihn einwirkenden Reize wäre, stets auf gleiche Art reagire, und dass wiederum gleiche Reize in verschiedenen Nerven, je nach der Natur derselben, verschiedene Wirkungen hervorbringen. Es ist also das Gesetz der specifischen Nervenenergie.

Man könne nun wohl mit Recht schliessen, wenn man in dem Organe, dass irgend ein Nerv versorgt, bei Reizung dieses, sei's chemisch, mechanisch oder electricisch nach der gebräuchlichen Methode, stets dieselben Reactionerscheinungen wahrnimmt, dass auch im lebenden, unverletzten Thiere der entsprechende Nerv ganz gleiche Verhältnisse hervorbringe. Da nun aber die Erregung der Nn. vagi, so verschieden auch die angewandten Reize sein mögen, stets Verlangsamung, ja sogar Stillstand der Herzbewegungen nach sich zöge, so läge auch hierin der strenge Beweis, dass die Wirkung der Hemmungsnerven durchaus

verschieden wäre von jener der motorischen Nerven, indem erstere nicht Contractionen der muskulösen Organe, sondern gerade Ruhe der sich contrahirenden Muskeln hervorbringen.

„Das 2te allgemeine Gesetz für die Existenz der Hemmungsnerven“, sagt *Pflüger*, „ist die Thatsache, dass der peripherischen Nervenfasern niemals Automatie zukommt, oder mit anderen Worten, dass eine solche Faser in ewiger Ruhe verharren würde, wenn sie nicht von aussen her, oder überhaupt durch irgend eine nicht primär in ihr entwickelte Kraft zur Thätigkeit bestimmt würde.“ Man müsse daher, um über die spezifische Natur der Thätigkeit eines Nerven zu entscheiden, die Funktionsart des Organes, in welchem der Nerv sich verbreitet, beobachten und darauf am besten durch Durchschneiden, den Zusammenhang zwischen dem Nerven und dem ihn erregenden Centralorgane aufheben. Sehen wir nun nach durchschnittenem Nerven dauernde Aenderungen in den Thätigkeitsäusserungen des Endorganes auftreten, so müssen diese auf den aufgehobenen Nerveneinfluss bezogen werden.

Ergiebt sich nun, dass Durchschneidung der Nn. vagi Beschleunigung der rhythmischen Zusammenziehungen des Herzens zur Folge habe, so müsse man schliessen, dass diese Nerven ganz denselben Einfluss auf die Herzcontractionen während des unversehrten Lebens, wo die Nn. vagi nicht von ihren Centralorganen getrennt waren, ausüben, indem sie bei ihrer Erregung Verlangsamung, beim Herabsetzen ihrer Thätigkeit, Beschleunigung der Herzpulsationen bewirken.

„Wie also ein gelähmter motorischer Nerv, das Organ, in dem er sich verbreitet, zu ewiger Ruhe verurtheilt,

ein erregter zu fortwährender Thätigkeit, so bestimmt umgekehrt der erregte Hemmungsnerv die Ruhe, der gelähmte die grösste Thätigkeit des Organes. Es handelt sich also hier um einen Nervenantagonismus.“

Hierauf geht nun *Pflüger* auf eine nähere Erörterung der von *Schiff* gemachten Angaben ein: Zunächst sucht er zu beweisen, dass *Schiffs* Beobachtung, Reizung der Nn. vagi mit schwachen Strömen, vermehre die Zahl der Herzcontractionen, eine durchaus falsche wäre. Zu dem Zweck stellt auch *Pflüger* Versuche an Fröschen, entweder von einem oder von beiden Nn. vagis aus, an. Die ganze Schlittentlänge des Electromotors war in Cm. getheilt, und durch Zurückschieben der secundären Rolle konnten die Ströme bis zur wirkungslosen Stärke herabgesetzt werden. Brachte nun solch ein Strom im Froschschenkel keine Zuckung mehr hervor, und liess dann *Pflüger*, nachdem er die äusserst schwachen Ströme noch um 30 Cm. (?) abgeschwächt hatte, diese auf die Nn. vagi einwirken, so will er entweder keine Veränderung oder nur eine Verlangsamung der Pulse beobachtet haben. Wurde aber die secund. Rolle der primären genähert, die Ströme also verstärkt, so liess sich jedes Mal eine deutliche Hemmung erkennen. Niemals jedoch will *Pflüger*, bei noch so schwachen Strömen, eine Vermehrung der Herzcontractionen gesehen haben.

Zur Veranschaulichung dieser contra *Schiff* geprüften Erscheinungen, theilt *Pflüger* die vier von ihm angestellten Versuche mit. Die Zählungen der Pulse wurden von Minute zu Minute oder wie in Nr. 3 und 4 von je 30 Secunden zu je 30 Secunden gemacht, eine ohne, die 2te Zählung bei Reizung der Nn. vagi. In Experiment 1 und 2 wurde

der Versuch von einem N. vagus aus angestellt. Die Nn. vagi waren sorgfältig präpariert und wurden dann auf die Electroden des Magnetelectromotors gelegt. In beiden ersten Experimenten wurde zwischen einer Vagusreizung und der darauf folgenden die secund. Rolle der primären des Inductionsapparates um 10 Cm. genähert. In Experiment 3 und 4 wurden die Ströme während der Reizung der Nn. vagi allmählig durch Nähern der Rollen um 10 Cm. verstärkt, bis eine deutliche Verlangsamung der Herzbewegung eintrat. Auch an Säugethieren, an Kaninchen, experimentirte *Pflüger* und ist zu gleichen Resultaten gekommen wie bei Fröschen.

Hatte aber *Schiff* eine Vermehrung der Bewegungen der betreffenden Organe bei der Reizung ihrer Hemmungsnerven gefunden, so wurde diese nach *Pflüger* wahrscheinlich dadurch hervorgebracht, „dass *Schiff* nicht sorgfältig genug die unipolaren Wirkungen und Stromschleifen überwacht habe“. Beschleunigte Bewegung des Herzens könne nämlich erzeugt werden, wenn das Herz unmittelbar von schwachen Strömen getroffen wird. Es bliebe daher nach seiner vorhergegangenen Auseinandersetzung die Annahme von Hemmungsnerven in Kraft stehn; „denn,“ sagt *Pflüger*, „wenn wirklich, wie *Schiff* meint, der vagus d. h. seine rami cardiaci die motorischen Nerven des Herzens wären, also die Bewegungen während des Lebens anregten und nur bei besonderer Art von Misshandlungen mit Inductionsströmen jene so wunderbar mächtige Wirkung erlangten, wie sollte es möglich sein, dass diejenige Wirkung, welche sie während seines Unversehrtseins im Leben hervorbringen, bei ihrer Lähmung nur um so mächtiger hervortritt, da die

Herzbewegung nach der Lähmung doch so sehr zugenommen hat.“ Es verschwände also nach Wegnahme der Ursache die Wirkung nicht allein nicht, sondern sie nehme noch zu.

Dieses würde nach *Pflügers* Meinung vollständig ausreichen, die Lehre von den Hemmungsnerven als feststehend zu betrachten. Doch auch das 2te, von *Schiff* für seine Lehre vorgeführte Moment, der Nervus ischiad. könne unter den von ihm eingehaltenen Bedingungen zum Hemmungsnerven für den musc. gastroc. gemacht werden, unterwirft *Pflüger* der Prüfung, um zu zeigen, dass über diesen Versuch bei *Schiff* eine ganz irrthümliche Anschauungsweise herrsche.

Zunächst legt *Pflüger* hierbei grosses Gewicht auf den Electrotonus, von dem *Schiff* gesagt, dass möglicher Weise in demselben eine Erklärung der Erscheinungen gesucht werden dürfte und bemüht sich ausführlich darzuthun, wie sehr dieser Ausspruch *Schiff's* unzulässig wäre. Da indessen dieser Hinweis *Schiff's*, dass in den Erscheinungen des Electrotonus möglicher Weise eine Erklärung des Phänomens der Hemmung beim Reize an einem gewöhnlichen motorischen Nerven gefunden werden könnte, durchaus nicht in wesentlicher Beziehung zu seiner Theorie steht, *Pflüger* hingegen, mit Unrecht die Wichtigkeit des Ausspruches urgierend, besonders bemüht ist, diese Vermuthung *Schiff's* als unhaltbar zurückzuweisen, so glaube ich die einzelnen Punkte der *Pflügerschen* Widerlegung hier übergeln zu können, indem sie zur Erledigung der allgemeinen Streitfrage wenig von Belange sind und Verweise hierüber auf die bezüglichen Stellen in *Schiff's* Physiologie pag. 191

und *Pflügers* Aufsatz in *Reichert* et *Du Bois-Reymonds* Archiv pag. 22. Den Ischiadicus-Versuch stellt *Pflüger* ganz in derselben Weise wie *Schiff* an, findet auch die von letzterem angegebenen Erscheinungen bestätigt, giebt aber für dieselben, die wie er meint, *Schiff* im Wesentlichen mit dem Electrotonus in Beziehung bringe, eine andere Erklärung.

Lässt *Pflüger* zunächst durch den pl. ischiad. kräftige Inductionsströme gehen, so beobachtet er, ebenso wie *Schiff*, heftig sich einstellende Contractionen der betreffenden Muskeln. Diese nehmen trotz der Einwirkung der Reize allmählig ab, verschwinden endlich ganz und treten dann nicht mehr ein, so lange man auch noch ferner die Ströme anwenden mag. Sind nun die Contractionen, der Tetanus, völlig geschwunden und werden jetzt die Inductionsströme auch nur auf ganz kurze Zeit, eine Secunde nach *Pflüger*, unterbrochen und lässt man darauf den Electromotor wieder wirken, so tritt abermals der Tetanus ziemlich heftig hervor, verliert sich jedoch jetzt ungeachtet des fortgesetzten Tetanisirens sehr bald. Dieses deutet nun *Pflüger* folgendermassen: „Durch die lange und heftig Reizung werde das Präparat offenbar in einer eigenthümlichen Weise verändert und bald eine bedeutende Erschöpfung herbeigeführt, aus welcher es sich aber sehr rasch bis auf einen gewissen Grad erhole. Sicher wäre, dass sowohl der Nerv als auch der Muskel erschöpft werden, wie viel aber der eine oder der andere, lasse sich nicht bestimmen.“

Pflüger meint daher, falls *Schiff* den Reiz, der den Muskel periodisch in Contractionen versetzen sollte, zwischen die Electroden des Inductionsapparates angebracht

hätte, erst dann bei demselben Erfolge ihm die Deutung seines Versuches klar geworden wäre. „Denn“, fährt *Pflüger* fort, „wenn die gewaltigen Inductionsschläge den Nerven so erschöpft haben, dass sie selbst nicht mehr eine Spur von Zuckung hervorzurufen vermögen, wie soll man da erwarten, dass der so schwache Reiz eines Kettenstromes es vermöchte. Gönnst man dem Nerven aber die zur Erholung nothwendige Zeit, so wirkt der schwache Reiz auch wieder, bis er abermals unwirksam gemacht wird durch die heftigen Schläge, welche sehr rasch die Erregbarkeit deprimiren.“ Ferner meint *Pflüger*, da *Schiff* selbst zugebe, dass die Erregbarkeit der Nerven durch starke Ströme nicht nur an der intrapolaren Strecke, sondern auch ausserhalb dieser herabgesetzt werde, so habe er auf die einfachste Weise eine Erklärung zu *Schiff's* Versuch gegeben, die in Kürze so laute: „Ein Nerv, welcher auf starke Inductionsschläge keine Reactionen mehr zeigt, thut dies auch auf schwache Reize nicht mehr; doch können diese wieder wirksam werden, wenn man dem Nerven Zeit lässt zur Erholung.“

Schiff's Beobachtung aber, dass nach dem Aufhören der tetanisirenden Ströme die ersten Pulsationen des Gastroc., analog den Organen mit Hemmungsnerven, bedeutend an Stärke sowohl die früheren als auch die nächstfolgenden übertreffen und die *Pflügers* Erklärung am Ischiad.-Versuche widersprechen würde, lässt er durchaus nicht gelten. *Pflüger* meint, wenn *Schiff* derartiges behaupte, er glauben müsse, dass er den kurz vorher ausgesprochenen Satz vergessen habe, dass nämlich durch Reizung die Erregbarkeit im ganzen Nerven, nicht nur an der vom Strom getroffe-

nen Stelle abnehme. Dass aber die Erschöpfung sich im ganzen Nerven nicht nur local an den Electroden bei Reizung verbreite, sich aber bei aufhörender Reizung sehr rasch zu heben vermag, sucht *Pflüger* durchs Experiment, das im Original pag. 26 zu sehen ist, zu beweisen und schliesst dann mit den Worten: „*Schiff's* Beobachtung müsse unrichtig sein, welche vorgiebt, dass Reizung des erschöpften Nerven, den so eben die gewaltigen Inductionsschläge in Ruhe liessen, wirksamer sei, als die des nicht erschöpften. Die Pulsationen, welche nach Unterbrechung des Inductionsstromes wieder beginnen, sind also schwächer als vorher, während die durch die ächten Hemmungsnerven zur Ruhe gebrachten nachher kräftiger erscheinen.“

Zum Schluss erwähnt *Pflüger* noch einer Methode, mittelst welcher *Schiff* seine Ansicht hätte prüfen können. Durch einen constanten Strom lässt sich nämlich die Erregbarkeit eines Nerven in hohem Maasse deprimiren. Wenn man nun durch beide Nn. vagi des Frosches unmittelbar über den Eintritt ins Herz einen constanten, aufsteigenden Strom fliessen lässt, so müsste doch, da ja nach *Schiff's* Meinung die Nn. vagi die motorischen Nerven des Herzens wären, das Herz stille stehn. Solches finde aber nicht statt, wie stark auch der aufsteigende Strom sein möge. Bei der grossen Kürze der Fasern, meint *Pflüger*, würde wohl *Schiff* nicht einwenden wollen, dass sich der Electrotonus nicht merkbar bis in die intramusculären Zweige fortgepflanzt habe.

Somit können nach *Pflüger* die Nn. vagi auch nicht die motorischen Nerven des Herzens sein; das Herz scheint keine vom Cerebrospinalsysteme stammenden Bewegungs-

nerven zu haben. Die Centra der motorischen Nerven des Herzens sind nach *Pflüger* die in der Substanz desselben in grosser Zahl angehäuften Ganglien. Wenn wir aber sehen, dass durch psychische Zustände Aenderungen in der Bewegung des Herzens hervorgerufen werden, so sind diese auf vermehrte oder verminderte Thätigkeit der Nn. vag. zu beziehen, da ja diese Nerven fortwährend gleichsam die Regulatoren der motorischen Kräfte des Herzens wären.

Dieser Angriff *Pflügers* hat eine Erwiderung von *Schiff**) hervorgerufen, in welcher er *Pflügers* Argumente zurückweist und seine Ansicht über die Hemmungsnerven als eine wohl motivirte aufrecht erhält.

Einzelne Punkte der Entgegnung müssen hier Erwähnung finden:

Das erste Gesetz zur Begründung der Hemmungshypothese, das der specifischen Energie der Nerven, welches *Pflüger* hervorhebt, dass also die Reactionerscheinungen der Nerven stets dieselben wären, trotz der verschiedensten Qualität der Reize, lässt *Schiff* nur in so fern gelten, als der Ausdruck Qualität sich auf den verschiedenen Ursprung der Reize bezieht. Nicht dürfe man damit die viel wichtigeren inneren Verschiedenheiten, welche zunächst von der Quantität der reizenden Einwirkung abhängig, zu qualitativen umschlagen, identificiren. — Gerade hierin hätte man auch das Versehen begangen bei der Annahme von besonderen Hemmungsnerven, meint *Schiff*, indem man, wie er gezeigt, in einer durch ihre Quantität schon erschöp-

*) *Schiff*: „Zur Physiologie der sogen. Hemmungsnerven.“ S. *Moleschott*: Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Jahrgang 1859. Band VI, Heft 3.

fenden und darum qualitativ lähmend wirkenden Erregung noch eine Bethätigung der specifischen Energie gewisser Nerven sah.“ — Wenn nun *Pflüger* sagt, man müsse die Reize nach der „gebräuchlichen Methode“ anwenden, so werde hiedurch die Verwechslung der Erschöpfung mit der Wirkung der Anregung durchaus nicht vermieden, denn gerade die gebräuchliche Methode übe schon bedeutende Eingriffe auf die sogen. Hemmungsnerven aus.

Dem Argumente *Pflügers*, dass Durchschneidung der Nn. vagi stets Beschleunigung der Herzcontractionen hervorrufe, hält *Schiff* folgende Experimente entgegen:

1. Durchschneidung der Nn. vagi beim Frosche giebt keine Vermehrung der Pulsfrequenz, wenngleich man durch Galvanisiren dieser Nerven den Herzschlag hemmen könne.
2. Auch bei Säugethieren zeigt *Schiff*, habe die nach der Vagusdurchschneidung eintretende Pulsbeschleunigung nichts mit der hemmenden Wirkung dieser Nerven zu thun: Zieht nämlich *Schiff* einer Katze oder Ziege beide Nn. accessorii vollständig aus, so tritt keine Zunahme der Herzcontractionen ein. Auch nach 4 bis 12 Tagen, während welcher Zeit die im Halsstamme des Vagus verlaufenden Accessoriusfasern entartet sind, bleibt der Puls normal. — Galvanisirte *Schiff* aber nach Verlauf dieser Zeit den N. vagus mit ziemlich starken Inductionsströmen, so gelang es ihm nicht mehr Ruhe des Herzens zu bewirken. — Die drauf vorgenommene Trennung beider Nn. vagi am Halse, brachte jedoch die bedeutende Steigerung der Frequenz des vorher normalen Pulses, wie wir

auch solche bei vorher unversehrten Thieren beobachten, zu Wege.

Hieraus geht nun nach *Schiff* hervor:

1. „Der N. accessor. ist es, dessen Galvanisirung den bekannten Herzstillstand bewirkt.“
2. „Die Lähmung des N. accessor. bewirkt keine Vermehrung des Herzschlages.“
3. „Der N. vagus kann für sich allein auf starke Reizung keinen Herzstillstand bewirken.“
4. „Trennung des N. vagus am Halse ruft die häufig beobachtete Pulsvermehrung hervor.“

Auf Grund dieser Auseinandersetzung schliesst dann *Schiff* weiter:

- a. „Die Erhöhung der Pulsfrequenz, die bei Säugethieren nach Durchschneidung der Nn. vagi am Halse auftritt, steht, wie schon die Versuche an Fröschen lehren, nicht im inneren Zusammenhange mit der Eigenschaft dieser Nerven, nach relativ starken Reizungen den Puls zu verlangsamen.“
- b. „Der Vagus ist kein Hemmungsnerv, sonst würde, wie *Pflüger* mit Recht verlangt, seine Durchschneidung nicht nur den Puls vermehren, sondern seine Reizung müsste auch den Herzschlag verlangsamen oder aufheben.“
- c. „Der Accessorius ist kein Hemmungsnerv, sonst würde seine Reizung nicht nur den Herzschlag verlangsamen, sondern seine Durchschneidung oder Zerstörung müsste auch den Puls aufs Höchste vermehren.“
- d. „Die Beobachtung, dass ein gewisser Grad von gal-

vanischer Reizung eines Nerven die Bewegungen im Endorgane desselben beschränkt, genügt nicht die Behauptung zu rechtfertigen, dass diesem Nerven im Leben eine bewegungshemmende Funktion zukomme.“

Gegen die negativen Resultate, die *Pflüger* erzielt haben will, indem es ihm nicht gelungen war, eine Beschleunigung der Herzaction durch Reizung der Nn. vagi hervorzubringen, erhebt *Schiff* den Einwand, dass *Pflüger* hiebei nicht vorsichtig genug zu Werke gegangen wäre, indem es für den Erfolg des Versuches von der grössten Wichtigkeit sei, die Stärke der Ströme nur sehr allmählig zu steigern. Ueberschreite man hiebei nur um ein Minimum die Grenze, so zeige sich schon statt Vermehrung Verminderung der Pulse. — Gleich nach dem Tode des Thieres müsse der Reiz an Stärke herabgesetzt, und drauf wieder stetig erhöht werden, „weil die Nerven vor der stetigen Abnahme ihrer Erregbarkeit eine Zunahme zeigen, während welcher sie zwar reizbarer aber leichter erschöpfbar sind, als im Leben.“ — Ein Unterschied im Rollenabstande von 4 Mm. übe schon einen Einfluss auf das Resultat der Reizung aus; näherte daher *Pflüger* bei jeder Reizung in seinen beiden ersten Experimenten die Rollen um 10 ganze Cm., so lässt sich nach *Schiff*, bei dieser Art des Verfahrens, selbst unter tausend Versuchen, keinmal ein positiver Erfolg erwarten. Dessenungeachtet findet sich aber doch in jedem dieser beiden Versuche einmal eine Vermehrung der Pulse während Erregung der Nn. vagi verzeichnet. In Experiment 1 zählte *Pflüger* vor der Reizung 52, während derselben 53, und gleich nach derselben 52 Schläge in d. M. Im 2ten Experimente ergaben sich *Pflüger* einmal vor dem

Tetanisiren 48, während des Tetanisirens 52 und nach demselben wieder 48 Herzcontractionen.

Aus den beiden anderen Versuchen könne aber auch nichts Bestimmtes entnommen werden, weil *Pflüger* hier während des Tetanisirens die Rollen allmählig um 10 Cm. vorschiebend, statt mehrerer Zählungen jedoch nur eine einzige für die ganze Strecke vornimmt. Erwäge man ferner, dass die in den beiden letzten Versuchen ausgeführten 20 Zählungen nur 15 Minuten dauerten, wobei eine ohne, die andere bei Reizung der Nn. vagi geschah, so würde es immer noch höchst zweifelhaft sein, falls wirklich eine Pulsbeschleunigung sich gezeigt hätte, ob diese von der Erregung der Nn. vagi, oder von anderen Ursachen abzuleiten wäre. Unmittelbar nach dem Tode des Thieres erfolgen nämlich nach *Schiff* mehrfache Unregelmässigkeiten in der Frequenz der Pulse und während dieser dürfe man nicht reizen. Erst wenn nach mehrfacher Zählung, sei vor oder nach der Reizung, sich eine gewisse Beständigkeit der Herzcontractionen ergeben, dürfe man auf die während des Tetanisirens eintretende Beschleunigung einen Werth legen. Bleiben jedoch noch ferner Zweifel, so solle man längere Zeit hindurch galvanisiren; es müsse dann die Pulsfrequenz auch ebenso lange erhöht bleiben, als der Reiz einwirkt und würde beim Aufhören dieses, sogleich entweder auf die frühere Zahl oder unter diese herabsinken.

*Schiff**) theilt eine grosse Reihe von ihm unter den genannten Cautelen angestellter Versuche an Fröschen mit. Die Schlittenlänge des Inductionsapparates war in $\frac{1}{10}$ Wie-

*) *Moleschott*: Naturlehre des Menschen und der Thiere. Band VI. Heft 3, pag. 211—231. Jahrgang 1859.

ner Zolle getheilt, so dass der Rollenabstand genau gemessen werden konnte.

Sah *Pflüger* aber den Grund der von *Schiff* constatierten Pulsbeschleunigung in dem Uebergreifen der galv. Ströme aufs Herz, so hebt letzterer hervor, dass unipolare Wirkungen und Stromschleifen mehr durch stärkere Ströme erzeugt würden, während Vermehrung der Herzcontractionen durch Erregung der Nn. vagi nur durch einen ganz bestimmten Grad von Schwächung des galv. Stromes erzielt werden könne. Je nach der Zeit seit dem Tode des Thieres müssen jedoch die Ströme verstärkt werden.

Ferner macht *Schiff* darauf aufmerksam, dass hinsichtlich seines Ischiad.-Versuches, in welchem *Pflüger* etwas anderes sehen zu können glaubt, als er selbst gezeigt, bei seinem Gegner ein eigenes Missverständniss obwalte, indem sie beide weder in Betreff der Thatsachen noch in der unmittelbaren Deutung desselben von einander abweichen. Dieses setzt *Schiff* auseinander, erwähnt dabei noch ausführlich der von ihm schon früher hervorgehobenen Analogien zwischen den sogen. wirklichen Hemmungsnerven und dem künstlich dazu gemachten Ischiad. und beruft sich bei *Pflügers* Verdächtigung, dass die nach der Hemmung eintretenden Contractionen des M. gastroc. nicht kräftiger sein können, als die vorhergegangenen, auf das Factum, zu dessen Beweise er noch die von der durch den Muskel gesteckten Nadel gezeichneten Curven aufführen könne.

Den letzten Einwand *Pflügers*, der N. vagus könne nicht der motorische Herznerv sein, weil ein durch diesen Nerven geleiteter constanter, aufsteigender Strom das Herz nicht zum Stillstande bringe, sucht *Schiff* durch seine Er-

fahrung an den Lymphherzen der Frösche zu widerlegen, welche unter gewissen Bedingungen, trotz der einwirkenden constanten Ströme, doch noch fort pulsiren.

Dieses zu zeigen zerstört *Schiff* bei einigen sehr reizbaren Fröschen den hinteren Theil des Rückenmarkes. Legte er dann nach ein paar Tagen, von den so behandelten Thieren, denjenigen, deren Lymphherzen noch deutlich pulsirten, den letzten Spinalnerven, der ja Bewegungsnerv der Lymphherzen ist, bloß und applicirte er auf diesen einen constanten Strom, so konnte die Pulsation des Lymphherzens nicht mehr aufgehoben werden. Sie pulsiren weiter fort, so wie es *Schiff* geschienen, manches Mal sogar etwas lebhafter, und selbst stark constante Ströme brachten sie nicht mehr zur Ruhe.

Von weiteren mir über diesen Gegenstand zu Gesichte gekommenen Abhandlungen, muss noch eine Arbeit *Moleschotts* *) Erwähnung finden. Dieser Forscher hat Experimente an Kaninchen und Fröschen angestellt, indem er die Nn. vagi theils einer galv., mechanischen, chem. oder thermischen Reizung unterwarf. Stets beobachtete *Moleschott* hiebei, dass der Erfolg der Versuche von der Quantität der reizenden Agentien abhängig wäre. Schwache Erregung der Nn. vagi brachte wie in der von ihm vorgeführten grossen Reihe von Experimenten ersichtlich, stets eine Beschleunigung der Pulse zu Wege.

*) „Untersuchungen über den Einfluss der Vagus-Reizung auf die Häufigkeit des Herzschlages.“ S. Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere von *Moleschott*. Jahrgang 1860, Bd. VII, Heft 5, pag. 401.

Zweites Capitel.

Um eine Erledigung der vorliegenden Streitfrage zu erzielen, musste ich die Angaben *Schiffs* einer experimentellen Prüfung unterwerfen und somit die von ihm angestellten Versuche wiederholen. Meine Untersuchungen werden sich daher auf die Beantwortung folgender Fragen, die *Schiff* als Basis seiner neuen Lehre hervorhebt, beziehen:

1. Wird nach Durchschneidung der Nn. vagi beim Frosch keine Aenderung in der Zahl der Herzschläge wahrgenommen?
2. Lässt sich mittelst schwacher, durch die Nn. vagi gesandter galvanischer Ströme eine Vermehrung der Contractionen des Herzens erzielen?
3. Zeigt jeder beliebige motorische Nerv unter gewissen Bedingungen dieselben Erscheinungen, wie wir solche bei Reizung der sogen. Hemmungsnerven beobachten?

Was die erste Frage betrifft, habe ich mich mehrfach davon überzeugt, dass bei Fröschen die Trennung der Nn. vagi von ihren Centren keine Beschleunigung der Herzpulsationen hervorrufe. Das Verfahren, welches ich hiebei einschlug, war folgendes:

Der auf den Rücken gelagerte Frosch wurde mit seinen vier Extremitäten an das zur Unterlage dienende Brett

befestigt. Hierauf entfernte ich mit einer scharfen Scheere das Brustbein und die Schlüsselbeine beider Seiten und trennte dann sehr vorsichtig, um eine Berührung des Herzens zu vermeiden, das pericardium. Einige Minuten darauf begann ich die Zahl der Herzschläge von Minute zu Minute zu zählen und setzte die Zählung so lange fort, bis eine gewisse Constanz in der Frequenz oder eine stetige Abnahme um ein bis zwei Schläge innerhalb bestimmter Zeit sich herausstellte. Jetzt durchschnitt ich beide Nn. vagi ungefähr 3—4 Mm. von ihrer Austrittsstelle aus dem Schädel entfernt und zählte nun sogleich wieder.

Niemals gelang es mir, eine Zunahme der Zusammenziehungen des Herzens zu beobachten. Das Resultat der Zählungen war ganz dasselbe, wie bei unversehrten Nn. vagis; das Herz setzte seine Bewegungen entweder unverändert fort, oder es trat eine allmälige Verminderung derselben ein.

Zunächst stellte ich mir jetzt die Aufgabe, die 2te Frage, ob durch schwache Reizung der Nn. vagi eine Zunahme der Herzcontractionen eintrete, zu prüfen. Um aber hierin zu einem richtigen Schlusse zu kommen, musste ich eine Vorrichtung treffen, durch welche ich bei etwaiger Beschleunigung der Herzpulsationen während der Erregung den Verdacht, dass unipolare Wirkungen und Stromschleifen, die möglicher Weise einen directen Einfluss aufs Herz ausübten, und somit die Beschleunigung hervorbrachten, von vorn herein ausgeschlossen werden konnte. Die im Nachstehenden angegebene Beschreibung der von mir bei den Versuchen beobachteten Cautelen wird letztere Annahme rechtfertigen:

Die ganze Länge des *Du-Bois-Reymonds*chen Schlittenapparates, dessen ich mich zur Anwendung der Inductionsströme bediente, trug auf der einen Schleife eine Cm. skala, um die Entfernung beider Rollen in allen Fällen und bei verschiedenen Resultaten genau angeben zu können. Um die Reizung beliebig rasch einwirken lassen und unterbrechen zu können, verband ich die Electroden der secundären Rolle mit *Du-Bois* Stromunterbrecher. Die nun von letzterem ausgehenden Drähte mussten auf die Nn. vagi der Art applicirt werden, dass jede Zerrung dieser Nerven wie auch das Uebertragen von Stromschleifen aufs Herz vermieden wurde. Dieses glaube ich aber durch die Anwendung des Fig. 4 dargestellten Apparates erlangt zu haben.

Auf dem in einem Brettchen befestigten, vertikalen Glasstabe ist ein leicht auf- und abwärts bewegbarer Korken geschoben, an welchem ein horizontal gestellter dünner Glasstab unverrückbar angebracht ist. Dieser horizontale Glasstab trägt an seinem freien, nach vorne gerichteten Ende einen flach zugeschnittenen Korken. In der oberen Fläche dieses Korkstückes befinden sich 2 circa eine Linie tiefe und etwa ebenso breite Rinnen, die einander parallel in einem Abstände von ungefähr 6 Mm. verlaufen. Das zwischen beiden Rinnen befindliche Korkstück ist ausgeschnitten und hiedurch der Korken nach vorne zu gleichsam in zwei Schenkel getheilt, von denen jeder derselben die eine Rinne enthält. Durch die Mitte der Höhe beider Rinnen geht ein kurzer Kupferdraht. Nach vorne zu, in der Entfernung von ungefähr 4 Linien von dem durch beide Rinnen laufenden Drahte und in gleichem Niveau mit diesem ist quer durch jede Rinne das Ende eines der von dem

Stromunterbrecher stammenden Drähte geführt. Die Drähte vom Inductionsapparate zum Stromunterbrecher, von diesem zum Korken waren wohl isolirt, die in den Rinnen zu Tage liegenden Enden derselben nackt.

Meine Versuchsobjecte waren Frösche. Nach der Decapitation des zum Experiment verwandten Thieres und der Zerstörung des Rückenmarkes durch Einstossen eines feinen Stilets, entfernte ich mit der Scheere einen Theil der Bauchdecken, das ganze Sternum, die Schlüsselbeine und zugleich die Köpfe der Oberarmbeine. War bei der Trennung des Brustbeins das pericardium nicht mit weggeschnitten, was meistens der Fall war, so fasste ich dasselbe mit einer feinen Pincette und trug es mit der Scheere vorsichtig, ohne das Herz zu berühren, ab. Nun präparirte ich sorgfältig die Nn. vagi zugleich mit einer neben diesen Nerven verlaufenden kleinen Vene frei bis zu ihrem Austritt aus dem Schädel, worauf ich sie durchschnitt und zurückschlug. Da es mir daran lag, die Nerven in möglichster Länge zu erhalten, so hatte ich die Decapitation der Frösche niemals sehr weit nach hinten zu gemacht, sondern hart oberhalb der Austrittsstelle der Nn. vagi.

Der auf diese Weise präparirte Frosch wurde auf eine Glasplatte gelegt und diese unter den die Rinnen enthaltenden Korken geschoben, in der Art, dass der zum grössten Theil abgetragene Kehlkopf in dem zwischen den beiden Schenkeln des Korkens befindlichen Ausschnitte zu liegen kam. Eine Berührung des Korkens und der unter ihm liegenden Weichtheile ward durchweg sorgfältig vermieden.

Hierauf begann ich die Pulsation des Herzens von Minute zu Minute oder von je 30 Sekunden zu je 30 Secun-

den zu zählen. Nachdem ich auch hier meine Zählungen so lange fortgesetzt, bis entweder ein Gleichbleiben, oder eine allmälige Abnahme der Pulse nach einigen Minuten eintrat, fasste ich die an den Nn. vagis befindliche Vene mit der Pincette und legte die Nerven in die Rinne, so dass jeder Nerv brückenartig auf beide durch die Rinne seiner Seite gehenden Drähte zu liegen kam, ohne den Boden der Rinne zu berühren. Der Kreis, in den mithin beide Nn. vagi gleichzeitig eingeschaltet waren, wurde so durch das obere durch beide Rinnen geführte Drathstück geschlossen. Darauf öffnete ich den Stromunterbrecher, nachdem durch Zurückschieben der secundären Rolle die Ströme äusserst abgeschwächt waren und zählte nun ein oder ein Paar Minuten während der Reizung. Nach ein bis höchstens zwei Minuten wurden die Ströme unterbrochen und, um ein zu rasches Eintrocknen der Nn. vagi zu verhüten, diese von den Drähten abgehoben und in die geöffnete Brusthöhle zurückgelegt. Die Pulsationen wurden dabei fortlaufend der Zählung unterworfen. Nach einigen weiteren Minuten begann die Reizung von Neuem.

In dieser Weise setzte ich meine Beobachtungen meistens so lange fort, bis die Nerven Spuren von Eintrocknung zu zeigen begannen und somit auch ein Erfolg des Versuches nicht mehr erwartet werden durfte. *Schiffs* Angaben zu Folge wurden, je nach der Dauer der Zeit, wegen der sinkenden Reizbarkeit der Nerven, die Ströme durch Nähern der secund. Rolle gegen die primäre allmähig verstärkt.

Schiffs Beobachtung nun, durch schwache Erregung der Nn. vagi könne Beschleunigung der Herzcontractionen

hervorgebracht werden, habe auch ich bestätigt gefunden. Zwar konnte ich diese Zunahme der Herzschläge bei der Reizung nicht so constant in jedem Experimente darthun, wie es *Schiff* und darauf *Moleschott* gelungen ist, denn bisweilen blieb die Zahl derselben trotz der Reize unverändert; doch häufig hatte auch ich Gelegenheit, eine deutliche Vermehrung um einige Schläge wahrzunehmen, die dann, sobald ich durch den Unterbrecher die Wirkung der Ströme aufhob, wieder an Zahl abnahmen, oder vielmehr die vor der Erregung der Nerven beobachtete Frequenz zeigten.

Jedenfalls ist es aber für den Erfolg der Versuche von der grössten Wichtigkeit, mit der Steigerung der erregenden Reize bei den ersten Zählungen nicht zu rasch vorzuschreiten, da bei frischen Nerven in der ersten Zeit nach der Decapitation der Thiere schon Differenzen im Rollenabstande von ein Paar Millimeter eine Umwandlung der Beschleunigung in eine Hemmung der Pulsationen zu bewirken im Stande sind. Je nach der Länge der Zeit müssen aber die Ströme mehr und mehr verstärkt werden, denn um so viel die Erregbarkeit der Nerven sinkt, um so viel muss auch der applicirte Reiz an Intensität zunehmen.

Das eben Gesagte zeigt sich sehr auffallend in Experiment 17. Nachdem ich hier, wie aus dem Versuche selbst ersichtlich, mehrfache Zählungen der Pulse theils ohne, theils mit schwacher Reizung der Nn. vagi vorgenommen und diese so lange fortgesetzt hatte, bis die Contractionen des Herzens während der Ruhe der Nerven in grossen Intervallen auf einander folgten, so dass auf die Dauer von 30 Sekunden nur einige Pulse kamen, ja zuletzt völlige Ruhe wäh-

rend dieser Zeit herrschte, liess ich auf die Vagi Ströme einwirken, die gegen Anfang des Experimentes stark genug gewesen wären, sofortigen Stillstand des Herzens zu bewirken. Jetzt aber antwortete das Herz hierauf mit kräftigen raschen Zusammenziehungen; entfernte ich den Reiz, so trat wieder Verlangsamung der Actionen ein; von je 30 Secunden zu je 30 Secunden sank die Zahl der Schläge mehr und mehr. Eine abermalige Erregung der Nn. vagi hatte wieder höhere Pulsfrequenz zur Folge; Aufhebung der Reize ward abermals von Verminderung der Herzcontractionen begleitet.

Hatten meine Untersuchungen in der angegebenen Art einige Zeit gedauert, so suchte ich mich meist zu überzeugen, ob noch eine Hemmung der Herzactionen durch starke Erregung erzeugt werden könne. Indem ich nun die Rollen langsam bis zu einer gewissen Grenze näherte, gelang es mir auch, das Herz zum Stillstehen zu bringen. Nach Wegnahme der Nerven von den Drähten stellten sich die Pulsationen alsbald wieder ein, und zwar waren, wie *Schiff* und *Pflüger*, und lange vor ihnen schon Andere gesehen, die nach der Ruhe des Herzens wieder beginnenden Pulsationen nach den ersten zwei bis drei schwachen Zusammenziehungen stets bedeutend kräftiger als die kurz vor dem Stillstande beobachteten.

Nachstehende Experimente mögen dazu dienen, das von mir Hervorgehobene zu veranschaulichen. — Die Centimeterscala auf der Schleife des Schlittens war so angebracht, dass beim völligen Uebereinanderschieben der Rollen der Nullpunkt der Scala mit dem von der primären Rolle abgewandten Ende der secundären Rolle zusammenfiel.

Rollenabstand = 0 bedeutet also, dass die Rollen vollständig übereinander geschoben waren. — Wo die erste Rubrik unausgefüllt geblieben, waren die Nerven ohne Reizung.

1. Experiment.

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Zahl d. Pul- se in 1 M.	
	3 h. 35'	31	
	— 36'	32	
	— 37'	31	
23	— 38'	33	
	— 39'	32	
	— 40'	32	
	— 41'	32	
23	— 42'	32	
	— 43'	31	
	— 44'	31	
	— 45'	30	
23	— 46'	32	
		30	
		30	
		29	
23	— 50'	29	
		29	
		29	
		28	
26	— 55'	28	
		28	
		28	

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.	
-----------------------	-------	--------------------	--

27
28 — 59' 27

2. Experiment.

	11 h. 35'	26	
		26	
		26	
		26	
33	— 39'	26	
32,5	— 40'	26	
	— 41'	25	
		25	
		24	
32	— 44'	24	
		24	
		25	
		25	
31,5	— 48'	25	
31	— 49'	24	
	— 50'	24	
		24	
		24	

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.	
		24	
37,6	— 54	24	
37,6	— 55	24	
		24	
		23	
13	— 58	0	Stillst. des Herzens.

3. Experiment.

	12 h. 16'	29½	
		29	
		28	
		28	
37,6	— 20	28	
36	— 21	28	
35	— 22	26	
		26	
		26	
		25	
		25	
33	— 27	25	
32,5	— 28	23	
	— 29	23	
	— 30	22	Zwölf. Min. drauf:
	— 42	14	
		14	
		14	
32,5	— 45	14	
31	— 46	15	

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.	
30	— 47	15	
	— 48	15	
		15	
		15	
30	— 51	15	
29,5	— 52	15	
		15	
		14	
		14	
		13	
		13	
29,5	— 58	13	
10	— 59	0	Stillst. des Herzens.

4. Experiment.

	12 h. 35'	31	
		31	
		31	
33,4	— 38	32	
33,4	— 39	32	
	— 40	31	
		31	
		30	
33	— 43	29	
		29	
		27	
		27	
33	— 47	28	

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.	
33	— 48	29	
		28	
		28	
		28	
32,7	— 52	28	
11,5	— 53	0	Stillst. des Herzens.

5. Experiment.

	11 h. 30"	30	
		30	
		30	
33,5	— 33	30	
33,5	— 34	30	
	— 35	30	
		29	
		29	
		29	
33,5	— 39	29	
33,5	— 40	29	
		29	
		29	
		28	
		28	
33	— 45	25	
	12 —	21	
		19	
		18	
33	— 4	18	

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.	
32	— 5	25	
32	— 6	27	
	— 7	20	
		19	
		19	
32	— 10	20	
31,6	— 11	26	
	— 12	19	
		19	
31,2	— 14	20	
30,5	— 15	19	
		19	
		19	
		18	
30,5	— 19	16	
30	— 20	19	
29	— 21	27	
7,8	— 22	0	Stillstand.

6. Experiment.

	11 h. 20"	24	
		24	
		24	
37	— 23	24	
		24	
		23	
		23	
		23	

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.
36	— 28	23
		23
		23
33,4	— 31	23
33	— 32	22
		22
		22
33	— 35	22
32,4	— 36	22
32	— 37	22
32	— 38	30
		22
		22
31,5	— 41	22
31	— 42	22
30,6	— 43	22
29,6	— 44	21
		21
		20
		20
		20
29,6	— 49	20
28,6	— 50	19
		20
		19
	12 5	15
		15

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.
		15
29	— 8	16
	— 9	15
	12 20	13
		12
		13
7	— 23	47*
	— 25	4
7	— 27	15
	— 28	11
7. Experiment.		
	12 h. 9"	31
		31
		31
33,4	— 12	31
33,4	— 13	30
		31
		32
		32
33	— 17	33
32,5	— 18	33
		33

*) Die so sehr bedeutende Beschleunigung war auffallend; indessen liess sich kein anderer Grund dafür ermitteln, als die starke Erregung der durch die lange Dauer des Experiments schon sehr erschöpften Nerven.

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.
		33
		31
		31
32,2	— 23	31
32	— 24	31
		30
		29
		29
31	— 28	30
31	— 29	29
		29
		29
30,6	— 32	29
30	— 33	29
		28
		27
		27
29	— 37	27
28	— 38	27
28	— 39	27
		27
		26
		28
		27
		27
27,5	— 45	26
27	— 46	25

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.
		25
		25
8. Experiment.		
	11 h. 15'	35
		35
		34
		34
33,5	— 19	34
33,5	— 20	33
		33
		34
		33
		33
33,5	— 25	33
33	— 26	33
		33
		33
		32
		32
33	— 31	32
32,5	— 32	32
32	— 33	32
		32
		31
		31
		31
31,6	— 38	31

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.
31	— 39	31
30,6	— 40	31
30,4	— 41	31
		31
		30
		30

9. Experiment.

Pulse in 30 Sekunden gezählt.

	10 h. 4'	16
		16
		15
		15
18	— 6	15
	— 6½	15
		15
		15
17	— 8	15
17	— 8½	15
16,5	— 9	15
16	— 9½	15
	11 10	13
		13
15,5	— 11	14
15,5	— 11½	14
	— 12	13
	— 12½	13
	— 13	14

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.
15	— 14	15
15	— 14½	16
14,8	— 15	16
		14
		15
		15
14,5	— 17	17
14,5	— 17½	16
		16
		15
		15
14	— 20	14
14	— 20½	15
14	— 21	16
10,8	— 21½	0
	— 26	12
	— 26½	11
13,5	— 27	12
13,5	— 27½	12
13	— 28	13
		12
		11
12,6	— 30	12
12	— 30½	15
22	— 31	16
12	— 31½	17
		15

Stillstand.
5 M. drauf.

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
-----------------------	-------	---------------------	--

		15	
		15	
6	— 33½	0	Stillstand.
10. Experiment.			
	4 h. 33"	21	
		20	
		18	
		16½	
		15½	
19	— 36	16	
		17	
		15	
17	— 37½	17	
17	— 38	21	
	— 38½	16	
		22	
		23	
		20	
		20	
		20	
17	— 42	24	
17	— 42½	22	
		19	
		16	
17	— 44	15	
16,5	— 44½	17	
16	— 45	23	

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
-----------------------	-------	---------------------	--

	— 45½	15	
	— 46	15	
15,8	— 46½	15	
15,5	— 47	14	
15	— 47½	20	
		14	
		14	
14,8	— 49	17	
14,5	— 49½	12	
14	— 50	12	
13,5	— 50½	12	
11,3	— 51	12	
	— 51½	11	
	— 52	11	
11. Experiment.			
	10 h. 35"	20	
		20	
		19	
17,5	— 36½	22	
17,5	— 37	20	
	— 37½	20	
		20	
		19	
17,5	— 19	18	
17	— 19½	19	
17	— 20	18	
16,6	— 20½	19	

Rollenabt. in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
	— 21	19	
		18	
		20	
		19	
16,6	— 23	20	
16,6	— 23½	18	
16	— 24	20	
7,6	— 24½	0	Stillst. und 8 M. drauf;
	— 32	17	
		16	
		17	
15,5	— 33½	16½	
15,2	— 34	16	
14	— 34½	16	
13,3	— 35	16	
		16	
		15	
		15	
13	— 37	15	
12,5	— 37½	15	
12	— 38	16	
		15½	
		16	
		15	
12. Experiment.			
11 h. 30	20		
— 30½	20		

Rollenabt. in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
	— 31	20	
17,5	— 31½	19	
17,5	— 32	19	
17,5	— 32½	21	
17,5	— 33	21	
		20	
		21	
		21	
		20	
17	— 36	20	
16,5	— 37	20	
		19	
		20	
		20	
16	— 39½	19	
16	— 40	19	
16	— 40½	19	
12	— 41	19	
8	— 42	0	Stillstd. u. 5 Min. drauf
	— 47	18	
		18	
11,8	— 48	20	
11,8	— 48½	20	
11,8	— 49	20	
	— 49½	18	
		18	
11,5	— 51	20	

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
11,5	— 51½	20	
		17	
		16	
		18	
7,8	— 53½	0	Stillstand.
13. Experiment.			
	9 h. 33"	18	
		18	
		18	
17	— 35	18	
17	— 35½	18	
16,5	— 36	19	
16,5	— 36½	19	
	— 37	19	
		19	
		18	
16	— 38½	17	
16	— 39	18	
16	— 39½	18	
9	— 40	0	Stillstand. 5 Min. drauf
	— 45	16	
	— 45½	15	
		15	
		14½	
16	— 47	14	
15,5	— 47½	13½	
15,3	— 48	14	

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
14	— 48½	16	
14	— 49	15	
	— 49½	14	
		13	
		13½	
		13½	
		13½	
13,5	— 52	14	
13	— 52½	14	
12,8	— 53	14	
		14	
		13½	
		13½	
		13½	
12	— 55½	13	
12	— 56	13	
11,2	— 56½	0	Stillstd. u. 5 Min. drauf
	10 h. 2"	13	
	— 2½	13	
14	— 3	13	
14	— 3½	14	
14	— 4	14	
	— 4½	14	
		13½	
		13½	
14	— 6	14	
14	— 6½	14	

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.
----------------------	-------	---------------------

13,9 — 7 14

13

14

13

13

13,8 — 9½ 13

13,5 — 10 13½

13,5 — 10½ 13

13 — 11 13

14. Experiment.

11 h. 16

16

15½

15,5 — 2 15

15,5 — 2½ 15

16½

16

15

15,5 — 5 11

16 — 5½ 15

17 — 6 15

— 6½ 15

15

16,8 — 7½ 16

16,8 — 8 16

15

15

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.
----------------------	-------	---------------------

14½

16,7 11 h. 10" 15

16,7 — 10½ 15

16,7 — 11 15½

14½

14½

14½

16,5 — 13 11

15½

14½

14½

15

15

16,6 — 16 15

16,6 — 16½ 15½

16,5 — 17 11

— 17½ 13

— 18 14

— 24 8½

8

16,5 — 25 10

— 25½ 6½

8

7½

16,5 — 27 5½

15. Experiment.

10 h. 17

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
		17	
		17	
18	— 2	17	
17,7	— 2½	17	
17,7	— 3	17	
		17	
		16	
		16	
17,5	— 5	15	
17,5	— 5½	15	
7	— 6	0	Stillstd. u. 5 Min. drauf
	— 11	13½	
		14	
		13	
		13	
17,5	— 13	13	
17	— 13½	13	
16,8	— 14½	14	
16,8	— 15	14	
		14	
		14	
		14	
16,5	— 17	14	
16	— 17½	14	
15,8	— 18	14	
		15	
		15	

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
		14	
		14	
15,8	— 21	14	
		13	
		13	
15,8	— 22½	13	
	— 23½	13	
	— 28	12	
	— 28½	11	
		11	
		11	
15,5	— 30	12	
	— 30½	11	
15	— 31	11	
15	— 31½	11	
	— 32	10	
		10	
		10	
10 h. 33½		11	
	— 34	11	
		12	
		11	
		11	
15	— 36	11	
14,8	— 36½	11	
14,5	— 37	11	
4,6	— 37½	0	Stillstand. 5 M. drauf.

Rollenabst in Cm.
Zeit.
Pulse in 30 Sek.

Rollenabst in Cm.
Zeit.
Pulse in 30 Sek.

Rollenabst in Cm.
Zeit.
Pulse in 30 Sek.

Rollenabst. in Cm.
Zeit.
Pulse in 30 Sek.

16. Experiment.

11 h. 25'	14	14
	14	14
	14	14
	14	14
17	— 27½	14
17	— 28	15
17	— 28½	15
17	— 29	15
	— 29½	14
	— 30	13
	— 35	16
	— 35½	16
	— 36	15
	— 36½	16
16	— 37	16
16	— 37½	16
		16

15	16	
— 39	16	
15,5 — 39½	16	
15,5 — 40	15	
15 — 40½	15	
— 41	16	
10,5 — 42	0	Stille, und 5 M. drauf.
— 47	16	
	16	
	16	
	16	
	16	
15 — 50	16	
15 — 50½	16	
	15	
	16	
	16	
	16	
14,8 — 54	16	
— 54½	16	
— 55	15	
13,6 — 55½	18	
13,6 — 56	18	
— 56½	17	
	15	
	16	
	15	

15	15	
13,6	— 59	16
13,6	— 59½	16
13,3	— 60	15
	12 —	15
	— 1	15
	— 1½	15
7,5	— 2	0
		Stillstand.
17. Experiment.		
11	— 56	17
	— 56½	16
		16
		15
18	— 58	15
18	— 58½	15
		15
		14
		14
17,7	— 12	14
17,5	— 1	14½
		14
		13
		13
		13
17,5	— 3½	13
17	— 4	14
17	— 4½	13

17. Experiment.

— 5	13	
	13	
	12	
16,5 — 6½	12	
16,2 — 7	12	
16 — 7½	12	
7,2 — 8	15	
4,5 — 8½	0	Stillet. und 5 M. drauf.
— 13	14	
	13	
	13	
8 — 15	13	
9 — 15½	13	
7 — 16	12	
	13	
	12	
	12	
	12	
	12	
7 — 18½	11½	Nach den 4 Contract.
8 — 19	4	Stillstand.
— 25	6	
— 25½	6	
— 26	6	
10 — 26½	13	
— 27	11	
— 27½	12	
— 28	12	

§ Nach den
4 Contract.
Stillstand,

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
		12	
10	— 29	13	
10	— 29½	14	
10	— 30	14	
		13	
		9	Stillstand.
10	— 31½	8	
9	— 32	9	
	— 32½	6	Hiernach Stillstand.
8,8	— 34	8	
8,5	— 34½	9	
8	— 35	8	
	— 35½	2	
8	— 36	7	
7,6	— 36½	8	
7,8	— 37	9	
	— 37½	6	
	— 38	5	
	— 38½	4	
	— 39	1	
	— 39½	0	Stillstand.
18. Experiment.			
	3 h. 35	16	
	— 35½	16	
		16	
		16	
18	— 37	15	

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
18	— 37½	14	
		14	
		14	
	— 39	13	
		13	
		13	
		13	
		14	
		13	
		13	
		12	
17,5	— 43	13	
17	— 43½	13	
17	— 44	13	
	— 44½	13	
		13	
		13	
		13	
16,5	— 46½	13	
16	— 47	13½	
16	— 47½	13	
15,5	— 48	13½	
		13	
		13	
		13	
15	— 50	13	
6	— 50½	18	

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.
6	— 51	19
		17
		15
		15
		14
		14
4	— 54	16
4	— 54½	20
4	— 55	19
		16
		14
		14

19. Experiment.

10 h.		16
— 1		16
— 1½		15
— 2		14½
18	— 2½	15½
18	— 3	16
17,5	— 3½	16
		14
		14
		13½
		14
17,5	— 6	15½
17,5	— 6½	15
17	— 7	16

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.
17	— 7½	14
	— 8	14
	— 8½	14½
	— 9	14
	— 15	12
		12
16,3	— 17	13
16,3	— 17½	12½
16	— 18	13
		13
		12½
		12
		12
		12
15,8	— 21	13
15,8	— 21½	12
15	— 22	12
10	— 22½	14
10	— 23	14
5,5	— 23½	0
	— 29	14
		14
		13
		12
11,5	— 31	13
11	— 31½	13
10,5	32	12½

Stillstand
u. nach 5 M.

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.		Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 1 Min.	
10	— 32½	12			— 27	24	
	— 33	13			— 28	23	
		13½			— 29	22	
		13			— 30	21	
		13		16	— 32	21	
11	— 35	13½		15,7	— 33	22	
12	— 35½	12			— 34	20	
11,5	— 36	13			— 35	20	
		13			— 36	19	
		12		15	— 37	19	
		12		14,5	— 38	20	
		11½		14	— 39	19	
		13		7	— 40	0	Stillstand.
		12			— 45	23	
		12½				23	
		12				23	
13	— 41	12½		14	— 48	22	
13	— 41½	13		13	— 49	22	
4	— 42	0	Stillstand.	12	— 50	22	
20. Experiment.				5	— 51	27	
	4 h. 25"	28			— 52	20	
	— 26	26			— 53	20	

Nach Erledigung der beiden ersten Fragen, lag es mir daran, eine Wiederholung des *Schiff*'schen Ischiadicus-Versuches anzustellen. Ich verfuhr hiebei ganz in ähnlicher Weise, wie es *Schiff* und *Pflüger* gethan. Der Genauig-

keit halber will ich jedoch in aller Kürze die von mir hierbei angewandte Methode mittheilen:

Zum Tetanomotor des plexus sacralis des Frosches benutzte ich einen *Du-Bois*'schen Schlitten, der mit zwei Groveschen Elementen von circa $3\frac{1}{2}$ Zoll Höhe des Zinkcyinders verbunden war. Die Electroden, die unter den Nerven gebracht werden mussten, verband ich mit dem Stromunterbrecher, so dass ich beliebig die Ströme bald durch den Nerven leiten konnte, bald ihre Wirkung sofort aufzuheben im Stande war.

Zur Herstellung des 2ten schwächeren Reizes für den N. ischiadicus in der Nähe des Kniegelenkes, diente eine Kette von zwei grossen Bunsenschen Elementen. Der Draht der einen Electrode dieser Kette ging direct zum entsprechenden Nerven; der der anderen war mit dem metallischen Pendel eines Uhrwerkes verbunden. In jeder Sekunde machte das Pendel eine Schwingung und berührte dabei momentan einen anderen Draht, der gleichsam die Fortsetzung der 2ten Electrode darstellend, ebenso wie die erste an seinem vorderen Ende hakenförmig gebogen und unter den Nerven geführt war. Dieses Drahtstück wurde durch einen Korken in seiner Lage erhalten. Das ganze Uhrwerk war auf eine gut isolirte, gläserne Unterlage gestellt.

Nachdem ich nun den Frosch décapitirt und das Rückenmark zerstört hatte, wurde sowohl der plexus ischiadicus in der Höhe des Kreuzbeines als auch der Nervus ischiad. etwas über dem Kniegelenke des Frosches in der Ausdehnung von ein Paar Mm. freipräparirt und unter jede dieser blosgelegten Nervenparthieen ein Stückchen

Wachstafft geschoben, hierauf vorsichtig die präparirten Parthieen des Nerven über die entsprechenden Electroden gelegt, so dass letztere ohne irgendwie den Nerven zu dehnen oder zu zerren, auf den Wachstafftblättchen zu liegen kamen.

Oeffnete ich jetzt den Unterbrecher am Electromotor und liess die Ströme durch den plexus sacralis gehen, während das mit den Bunsenschen Elementen verbundene Pendel angehalten war, so trat selbstverständlich im ganzen Beine heftiger Tetanus ein. Dieser hielt einige Zeit an und machte drauf einem Vibriren und Zucken sämtlicher Muskelgruppen der entsprechenden Extremität Platz. Nach verschieden langer Dauer schwanden auch diese und es stellte sich, trotz des Fortwirkens der Ströme, völlige Ruhe des Beines ein. Hemmte ich jetzt nur momentan die Wirkung des Electromotors, so zeigte sich beim Wiederöffnen des Unterbrechers sogleich abermals Tetanus, der jedoch nur kurze Zeit andauerte und dem dann wieder völlige Ruhe der Muskeln folgte.

Wurden jetzt die tetanisirenden Ströme unterbrochen, aber das Pendel in Bewegung gesetzt, so liessen sich alsbald die von *Schiff* so genannten Pulsationen des Gastrocnemius beobachten. In jeder Sekunde, wo das Pendel den Draht berührte, die Kette also geschlossen wurde, zuckte der Muskel. Liess ich darauf den oberen Strom durch den plexus ischiad. wieder gehen, so erfolgte im Moment seines Eintrittes ein kurz dauernder Tetanus, ein Erzittern des Beines, und gleich drauf herrschte völlige Ruhe, die rhythmischen Contractionen, die Pulsationen des Schenkels waren gehemmt, obgleich der periodische Reiz auf den Nerven

im Kniegelenke regelmässig fortwirkte. Beim abermaligen Unterbrechen der oberen Ströme trat die Wirkung des periodischen Reizes am Kniegelenke wieder hervor, die Zuckungen des Beines begannen von Neuem.

Wenn nach totaler Erschöpfung des plexus ischiadicus durch die oben applicirten tetanisirenden Ströme — wobei der Schenkel ganz regungslos daliegt und keine Faser mehr zuckt — die Tetanisirung momentan unterbrochen wurde, so bemerkte ich bei ihrer Erneuerung niemals genau nur eine Zuckung, wie beim Oeffnen und Schliessen eines constanten Stromes, sondern in der Regel einen, wenn auch ganz kurzdauernden Tetanus, auf den dann unmittelbar die totale Ruhe folgte.

Ist der Frosch nicht sehr erregbar — und darüber hatten wir während des regnerischen Monats August in diesem Jahre in der Regel nicht zu klagen, die Frösche waren vielmehr, selbst frisch eingefangen, merkwürdig torpide, — so kann man auch bei diesem Versuche zur periodischen Erregung des Nerven am tieferen Punkte statt des Kettenstromes, die Inductionsströme eines zweiten Schlittenapparates benutzen, nur muss einmal dafür gesorgt werden, dass die Berührung des Pendels mit dem einen zum Nerven gehenden Drath eine ganz momentane ist, und zweitens natürlich auch dafür, dass die Ströme des tiefer applicirten Apparates lange nicht die Stärke der oben tetanisirenden erreichen.

Unter diesen Cautelen haben wir nach der letzten Methode das *Schiff'sche* Experiment, um das es sich hier handelt, wiederholentlich mit dem reinsten Resultate ausführen können.

Drittes Capitel.

Hatte sich bei meinen, im vorigen Capitel mitgetheilten Untersuchungen eine entschiedene Bestätigung der von *Schiff* angeführten Thatsache ergeben, so handelt es sich jetzt darum, auseinanderzusetzen, welche Deutung jene Erscheinungen zulassen:

Der positive Nachweis der Erzeugung vermehrter Herzcontractionen durch Erregung der Nn. vagi ist ein Moment, das mit der specifisch hemmenden Eigenschaft dieser Nerven sich nicht vereinigen lässt. Blicken wir ferner auf die Ergebnisse des Versuches am N. ischiadicus mit seinem M. gastrocnemius, und aller Wahrscheinlichkeit nach lassen sich ganz gleiche Resultate bei jedem anderen Bewegungsnerven unter denselben Bedingungen erzielen, so ist die grosse Uebereinstimmung der Erscheinungen, die der erschöpfte N. ischiadicus an seinem M. gastroc. zeigt, mit der beim Herzen durch kräftige Reizung der Nn. vagi wahrnehmbaren sogen. Hemmung der Bewegung unverkennbar. Wenn ich nun hiernach auch, mich der Ansicht *Schiffs* anschliessend in der vermeintlichen Hemmungswirkung der Nn. vagi nicht mehr einen Act specifischer Thätigkeit sehe, sondern sie auch nur als eine Folge der Ermüdung oder der leichten Erschöpfbarkeit motorischer Herznerven, durch welche das

wechselnde Spiel zwischen Systole und Diastole bedingt und dem Eintreten eines Tetanus des Herzens während des Lebens vorgebeugt wird, auffasse, so kann ich doch nicht umhin, der Meinung *Schiffs* entgegenzutreten, dass die Nn. vagi als reine Bewegungsnerven anzusehen seien, dass somit ihre Wirkung während des Lebens nur dahin ziele, Contractionen des Herzens hervorzurufen. Hiegegen möchte ich folgende Erwägungen anführen:

Bei der Auffassung *Schiffs* werden die letzten Enden des innerhalb des Herzens selbst gelegenen Nervenapparates, die also die Uebertragung der Nervenerregung auf die Muskelfasern des Herzens zunächst vermitteln, geradezu als Enden der Nn. vagi angesehen und die Ganglien nur als gegen das Ende der Vagusfasern angebrachte Erreger betrachtet. Das scheint mir willkürlich.

Bei der directen Beziehung, die auch *Schiff* zwischen den Ganglien und den Fasern des Vagus statuirt, wird er sich das Verhältniss schwerlich anders denken können, als dass Vagusfasern in Ganglienzellen einmünden und aus den Zellen dann andere Fasern entspringen. Die letzten würden dann die Terminalfasern sein. Diese sind jedenfalls direct von den Ganglien abhängig, während die Ganglien ihrerseits bis zu einer bestimmten Grenze von den Vagusstämmen, wie bekannt, unabhängig dastehn.

Man würde also zunächst als Bewegungsapparat des Herzens die Ganglien mit den von ihnen ausgehenden Fasern anzusehen haben, zu dem der Vagus in 2ter Reihe hinzukommt.

Ferner: Es scheinen die Terminalfasern von den Vagusfasern qualitativ verschieden zu sein, wofür die Ver-

suche mit Curare sprechen. An Fröschen, die mit Curare vergiftet sind, schlägt das Herz jedenfalls viel länger ohne besondere Schwächung fort*), als Zeit erforderlich ist, um selbst die letzten Enden der anderen motorischen Nerven des Körpers zu lähmen, wenn wir auch die uns ungünstige Auffassung der Curarewirkung, die *Kühne***) vertritt, acceptiren, wonach zunächst nicht die letzten Enden der Nerven, sondern dem äussersten Ende sehr nahe gelegene Parthieen gelähmt werden.

Aber während die Terminalfasern des Nervenapparates des Herzens von dem Gifte unberührt sind, hat die Lähmung schon die Vagusstämme ergriffen, denn nach *Kölliker****), *Bernard*†) und *Heidenhain*††) lässt sich durch Tetanisirung des Vagus nicht mehr Stillstand hervorrufen. *Kühne* macht es aber sehr wahrscheinlich, dass in den motorischen Nerven die Lähmung von der Peripherie zum Centrum vorschreitet, hier dagegen ist der Stamm gelähmt, während die Terminalfaser noch fungirt.

Endlich, wenn die Nn. vagi die motorischen Nerven des Herzens im Sinne von *Schiffs* Auffassung sind, warum ergiebt Durchschneidung der Vagi bei höheren Thieren Beschleunigung der Herzaction? *Schiff* bestätigt selbst die

*) *Bernard*: „Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses.“ Paris 1857. Leçon 21.

**) *S. Reichert et Du-Bots-Reymonds* Archiv. 1860. pag. 477. „Ueber die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes.“

***) „Die Lähmung der Herzäste des Vagus durch das amerikau. Pfeilgift.“ S. Allgem. medicinische Centralzeitung Nr. 58.

†) Ebendasselbst. Leçon 23.

††) „Das Pfeilgift und die Herznerven.“ S. Allgem. med. Centralzeitung. 1858. Nr. 64.

Richtigkeit dieser Thatsache; sucht aber zu beweisen, dass diese Erscheinung mit der angeblichen Hemmungswirkung der Vagi nichts zu thun habe, und dass die Nn. accessorii bei ihrer Galvanisirung den Stillstand des Herzens bewirken. Allein auf diese letzt ausgesprochene Beobachtung *Schiff's* dürfte gerade kein grosses Gewicht gelegt werden. Eine Trennung der Nn. access. von den Nn. vagis ist nur an ihrem Ursprunge im Schädel möglich, weil nach dem Austritt aus diesem beide Nerven einen gemeinschaftlichen Verlauf haben und nicht mehr von einander zu unterscheiden sind. Das zur Trennung nöthige Blosslegen der Medulla oblongata und die hierbei eintretende Blutung machen derartige Experimente ungemein schwierig. Gelang es aber *Schiff* die Nn. accessorii beider Seiten auszureissen und stellte sich, nachdem längere Zeit verflossen war, um die Nn. accessorii zum Atrophiren zu bringen, hierauf bei Reizung der Vagi am Halse keine Hemmung mehr ein, so bleibt es doch noch zweifelhaft, ob diese Erscheinungen auf den aufgehobenen Einfluss der Nn. accessorii zu beziehen sind, oder ob nicht beim Ausreissen dieser Nerven zugleich einige Wurzeln des Vagus in der Medulla oblongata mit zerstört wurden, der N. vagus also zum Theil auch degenerirte und hiedurch der nicht mehr zu erzielende Stillstand des Herzens sich erklären lässt.

Doch nehmen wir an, dass *Schiff* mit Beseitigung der erwähnten Schwierigkeiten die Zerstörung der Nn. accessorii allein, ohne andere Nerven zu verletzen, ausführte, so ist noch immer die nach der Trennung der Vagi sich einstellende Steigerung der Pulsfrequenz eine Thatsache, die der rein motorischen Wirkungsweise der Nn. vagi widerspricht,

Fragen wir aber, was für eine Wirkung die Nn. vagi während des normalen Lebens aufs Herz ausüben, so glaube ich, gestützt auf meine Untersuchungen, folgende Theorie, die sowohl mit den Angaben *Schiffs* sich in Einklang bringen lässt, als auch der hemmenden Thätigkeit der Nn. vagi Rechnung trägt, aufstellen zu können:

Als die bewegenden Kräfte des Herzens sind die in demselben liegenden Ganglien mit den von ihnen stammenden Fasern aufzufassen. Und eben diese Ganglien, nicht der Vagus, wie *Schiff* meint, sind die leicht erschöpfbaren Bewegungscentra des Herzens. Ihre rasch eintretende Ermüdung ruft die Erscheinungen der so genannten Hemmung hervor, sie bedingt den steten Wechsel zwischen Thätigkeit und Ruhe des Herzens und ist die Ursache, dass während des Lebens das Zustandekommen eines Tetanus dieses Organes verhütet wird. Die Funktion der Nn. vagi während des unversehrten Lebens scheint aber nur dahin zu zielen, einen raschen Ermüdungszustand der Ganglien zu bewirken und hiedurch der Beschleunigung der Herzbewegung eine Grenze zu setzen. Die Nn. vagi sind demnach als die Bahnen zu betrachten, durch welche die vom Gehirn ausgehenden Einflüsse den Ganglien zugeleitet werden. Der leichten Erschöpfbarkeit der Ganglienapparate wegen können diese Impulse, je nach dem Grade ihrer Stärke, bald die Bewegung des Herzens vermehren, bald herabsetzen. Der Umstand aber, dass Trennung der Nn. vagi bei höheren Thieren stets die Frequenz der Herzactionen steigert, spricht dafür, dass die vom Hirn den Ganglien zugeführten Erregungen unter physiol. Verhältnissen immer ermüdend einwirken und die Thätigkeitsäusserungen der letztern herabsetzen.

Somit ist der Vagus, wenngleich er auch bewegungserregend wirken kann, dennoch kein rein motorischer Nerv, wie *Schiff* es auseinandersetzt. Dem Vagus muss vielmehr die Wirkung eines Regulators der Bewegungen des Herzens zuerkannt werden, der die ihm von seinen Centren mitgetheilten Impulse auf den rein motorischen Apparat des Herzens überträgt und letztern in seiner Thätigkeit normirt.

Soll aber diese Hypothese ihre Rechtfertigung finden, dann müssen auch nach der Trennung der Nn. vagi sich am Froschherzen bei directer Reizung mit galv. Strömen von verschiedener Stärke ganz gleiche Verhältnisse darthun lassen, indem die galv. Erregung, je nach dem Grade ihrer Intensität bald eine Beschleunigung, bald eine Ruhe der rhythmischen Herzcontractionen zu Stande bringen muss. Die Resultate der zu diesem Zwecke unternommenen Untersuchungen zeigen in der That auch, wie aus dem gleich Anzuführenden ersichtbar, eine im Wesen vollständige Uebereinstimmung.

Um zu einer richtigen Schlussfolgerung aus den Ergebnissen der anzustellenden Versuche zu gelangen, war es durchaus erforderlich, die Experimente in der Art auszuführen, dass die zur Reizung verwandten Ströme stets einzig und allein durch das Herz geleitet wurden. Diese Bedingung ist durch den Fig. 2 abgebildeten Apparat erfüllt: Ein auf dem vertikalen Glasstabe verschiebbarer Korken trägt einen kleinen Glastrichter, der mit Eiweiss gefüllt ist und zu dem die eine Electrode des Inductionsapparates führt. Ueber dem, den Trichter haltenden Korken befindet sich auf den Glasstabe ein 2ter verschiebbarer Korken, in welchem eine Klemmschraube befestigt ist. An dem vordern

Ende dieser Klemme ist ein kleiner Haken von Kupferdraht angeschraubt. Das hintere Ende der Klemmschraube wird mit der 2ten Electrode des *Du-Bois'schen* Schlittens in Verbindung gesetzt. An dem Kupferhaken wird nun das ausgeschnittene Froschherz so aufgehängt, dass die Spitze desselben das im Trichter befindliche Eiweiss berührt. Ist der Schlittenapparat hierauf in Thätigkeit gesetzt, so müssen stets die galv. Ströme in ihrer vollen Stärke durch das Herz gehen.

Die Reizversuche am Herzen führte ich ganz in derselben Weise aus, wie solches in den Experimenten an den Vagus geschehen war. Bevor der vom Schlitten ausgehende Draht in die Klemme am Korken gesteckt wurde, unternahm ich mehrere Zählungen der Herzcontractionen entweder von Minute zu Minute oder von je 30 Sekunden zu je 30 Sekunden. Hatte sich auch hier ein Gleichbleiben oder eine allmälige Abnahme der Pulse nach mehrfachen Zählungen ergeben, so wurde durch Einschieben des Drahts in die Klemmschraube die Kette geschlossen, die Ströme direkt durchs Herz geleitet und die Frequenz der Zusammenziehungen des Herzens gezählt. Hierauf unterbrach ich die Ströme, prüfte die Menge der Herzschläge von Neuem, liess darauf die Ströme wieder wirken und beobachtete abermals die Zahl der Pulsationen.

So fuhr ich nun längere Zeit hindurch in meinen Beobachtungen fort, indem ich, gleich den Vagus-Versuchen, mit äusserst schwachen Strömen die Reizung begann und dann ganz allmälig durch Nähern der beiden Rollen die Ströme verstärkte.

Hiebei ergaben sich folgende Erscheinungen: Sehr

schwache Ströme waren von gar keinem Einfluss auf die Bewegungen des Herzens; näherte ich jedoch die Rollen bis auf eine gewisse Entfernung, so stellte sich eine Zunahme jedoch verbunden mit einer Schwächung der Energie der Contractionen in der Minute ein. Schob ich darauf während dieser Beschleunigung die secundäre Rolle noch um ein Paar Millimeter vor, so erfolgten die Pulsationen sehr schwach und so rasch auf einander, dass ein bestimmter Rhythmus der Actionen sich nicht mehr erkennen liess, sondern das ganze Herz gleichsam in eine vibrirende Bewegung versetzt war. Ein Nähern der Rollen noch um ein Paar Mm. brachte sogleich diastolische Ruhe des Herzens zu Wege.

So oft ich auch dieses Experiment wiederholte, stets stellte sich dabei heraus, dass die Beschleunigung sich nur erzielen lässt durch Ströme, die nur um ein Geringes schwächer sind, als die Ströme, welche den Stillstand des Herzens bewirken. Der Unterschied im Rollenabstande, um entweder Beschleunigung oder Ruhe der Pulsationen hervorzurufen, betrug zwischen 6 und 8 Mm.

War das Herz so zum Stillstande gebracht, und liess ich jetzt während der Ruhe noch stärkere Ströme auf dasselbe einwirken, so begann die Kammer, obgleich das Herz noch immer in seiner Ruhe verharrte und keine Spur von rhythmischer Bewegung hervortrat, sich allmählig mehr und mehr so weit zu contrahiren, dass sich die Herzspitze vollständig vom Eiweiss abhob. Dieser Tetanus des Herzens lässt sich aber wol nur als Folge directer Erregung der Muskulatur durch die kräftigen galv. Ströme auffassen.

War somit das Herz mit dem Eiweiss nicht mehr in

Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	Rollenabst in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.
18	— 39	17	12	— 5	16½
—	50	17	12	— 5½	16
—	50½	17	11	— 6	16
—	51	16½	—	6½	16½
—	51½	16	—	7	15½
—	52	16	—	7½	16
18	— 52½	16	—	17	14½
18	— 53	17	—	17½	14
17,5	— 53½	16	—	18	14
17	— 54	16	11	— 18½	16
17	— 54½	16	11	— 19	15
—	55	16½	11	— 19½	14
—	55½	15½	11	— 20	15
—	56	15	10	— 20½	15½
—	56½	16	10	— 21	15
—	59	16	9,8	— 21½	17
—	59½	15	9,8	— 22	15
11 h.	—	15	—	22½	15½
11	½	15	—	23	14
16	11	16	—	23½	14
16	— 1½	15½	—	31	13
15	— 2	16	—	31½	13
15	— 2½	16	9,5	— 32	17
14	— 3	17½	9,5	— 32½	16½
14	— 3½	16	9,5	— 33	17
13	— 4	17½	—	33½	15
13	— 4½	16	—	35	14

m. d. Beschleunigung eine Schwäch. der Energie d. C.

Rollenabst. in Cm.	Zeit.	Pulse in 30 Sek.	
	— 35½	13	
	— 36	13½	
	— 37½	12	
9,5	— 38	18	} m. d. Beschleunigung eine Schwäch. der Energie d. C.
9,5	— 38½	16	
	— 43	14½	
	— 43½	14	
9,8	— 44	16½	
9,8	— 44½	16	
8,8	— 45	0	St. i. Diastole 10 M. drauf.
8,8	— 55	0	St. i. Diastole 6 M. darauf.
8,8	12 2	0	St. i. Diastole

Während des Stillstandes wurden die Rollen bis auf 4 Centimeter übereinander geschoben und hiebei beginnt eine allmälige Contraction des Ventriclels ohne Rhythmus. Das ganze Herz verkürzt sich circa um eine Linie und berührt nicht mehr das Eiweiss im Trichter.

T h e s e s.

1. Cordis tetanus exstat.
2. Non est, cur medici, ne cordis tetanus fiat, timeant.
3. Typhorum curationem abortivam rejiciendam censeo.
4. Tracheotomia in angina membranacea saepius quam apud nos solet adhibenda est.
5. Aqua remedium maximi momenti.
6. Ex effectu medicamentorum in corpore sano, qualis sit in aegroto, cóncludi non potest.



Fig. I.

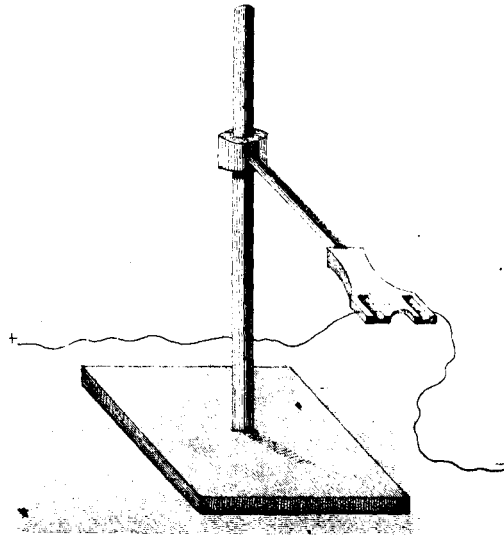


Fig. II.

